

# Importance de la charge mentale et des mesures perceptivo-cognitives pour évaluer les différences liées à l'âge lors de la conduite automobile en simulateur

Jesse Michaels<sup>1</sup>, Romain Chaumillon<sup>1</sup>, David Nguyen-Tri<sup>1</sup>, Donald H. Watanabe<sup>1</sup>, Pierre Hirsch<sup>2</sup>, François Bellavance<sup>3</sup>, Guillaume Giraudet<sup>1,4</sup>, Delphine Bernardin<sup>1,5</sup> & Jocelyn Faubert<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Psychophysique et de Perception Visuelle, Ecole d'optométrie, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada

<sup>2</sup>Virage Simulation, Montréal, QC, Canada

<sup>3</sup>CIRRELT et département des Sciences du Management, HEC Montréal, Montréal, QC, Canada

<sup>4</sup>Essilor International, R&D, Paris, France

<sup>5</sup>Essilor Canada Ltd., Montréal, QC, Canada



## Introduction

La conduite automobile est une tâche complexe impliquant de multiples processus cognitifs (Matas et al. 2014).

De simples mesures de la gestion du véhicule sont dépendantes de la charge mentale et ne peuvent donc pas se suffire à elles-mêmes pour évaluer fidèlement un comportement de conduite (Mullen et al. 2011).

### Goals for life and skills for living

-Importance of cars and driving on personal development  
-Skills for self-control

### Goals and context of driving

-Purpose, environment, social context, company

### Mastering traffic situations

-Adapting to demands of present situation

### Vehicle manoeuvring

-controlling speed, direction and position

Approche hiérarchique du conducteur (adapté de Hatakka et al. 2002)

### Objectif général :

Comment évaluer fidèlement les habiletés de conduite automobile en simulateur ?

**Partie (A) :** Quelles sont les mesures de gestion du véhicule pertinentes ? Proposition d'une méthodologie basée sur des critères objectifs.

**Partie (B) :** Quelle charge cognitive est la plus révélatrice des différences interindividuelles liées à l'âge ?

**Partie (C) :** Apport des mesures perceptivo-cognitives dans l'évaluation du conducteur

## A Implications méthodologiques

### Méthode :

- **Participants :** 115 conducteurs âgés de 18 à 86 ans répartis en 3 groupes
  - Inexpérimentés (18 à 21 ans; n = 29; < 1 an d'expérience)
  - Expérimentés (25 à 55 ans; n = 35; > 5 ans d'expérience)
  - Agés (70 à 86 ans; n = 51)
- **17 événements potentiellement dangereux** répartis sur 3 scénarios distincts
- **18 mesures des habiletés de conduite :**
  - **4 mesures classiquement utilisées** (accidents, quasi-accidents, vitesse moyenne et déviation médio-latérale (SDLP; Fisher et al. 2011) [a])
  - Implémentation de **5 nouvelles mesures** visant à refléter les comportements brusques ou inadaptes [c]
  - **9 mesures** visant à évaluer la réaction des participants face à la survenue d'événements dangereux [a]



Simulateur de conduite automobile VSS00M (Virage Simulation IncB)

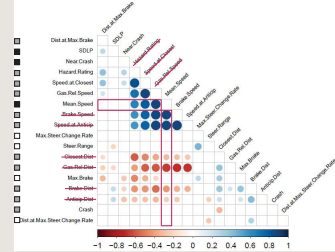
### Méthodologie de sélection des mesures :

#### Triple défi

- Avec l'âge, utilisation de stratégies compensatoires afin de pallier à l'augmentation du temps de réaction en adoptant des vitesses de conduite plus lentes (Fisher et al. 2011).  
↳ Contrôler l'influence potentielle de la variabilité de la vitesse moyenne
- La conduite est une tâche multifactorielle : nécessite d'étudier les habiletés de conduite par l'intermédiaire d'un combinaison de mesures (Bédard et al. 2008).  
↳ Conserver les mesures les plus pertinentes  
↳ Éliminer les variables redondantes

#### Solution ?

- **Corrélations bivariées** sur les 18 mesures initiales
- **Exclusion des variables** corrélées avec la vitesse moyenne



Matrice de corrélation des 18 mesures selon une analyse en "classification hiérarchique"

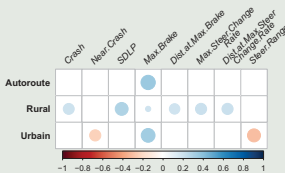
## B Charge mentale

### Méthode :

- **3 scénarios** destinés à représenter des environnements de conduite écologique ayant une charge mentale croissante (d'après la classification de Fastenmeier & Gstaier, 2007):
  - **Autoroute [basse]**
    - \* Vitesse suggérée : 100 km/h
    - \* Trafic très fluide
    - \* Aucun virage
    - \* Environnement visuel épuré
  - **Rural [modérée]**
    - \* Vitesse suggérée : 70 à 90 km/h
    - \* Trafic modéré
    - \* Quelques virages
    - \* Environnement visuel complexe
  - **Urbain [élevée]**
    - \* Vitesse suggérée : 50 km/h
    - \* Trafic dense
    - \* Virages successifs
    - \* Environnement visuel très complexe

### Résultats :

- **Corrélations Partielles** contrôlées pour la vitesse moyenne entre les mesures de conduite conservées (cf Partie A) et l'âge au sein de chaque scénario.



Le scénario Rural est le seul à révéler la propension bien connue des personnes âgées à présenter un risque de collisions (Crash) et une valeur de SDLP plus élevés.

- Analyse des différences entre les 3 groupes d'âge sur le scénario Rural :
  - ANCOVAs contrôlées pour la vitesse moyenne – Si mesure corrélée à la vitesse moyenne
  - ANOVA – Si mesure non corrélée
  - ANOVA en Bootstrap – Si variable anormalement distribuée

p-values	Correl With Mean Speed	Main Effect	Inexp vs Exp	Inexp vs Old	Exp vs Old
Crash	.08	.03	.49	.047 (<)	.008 (<)
Near Crash	.63	.32	.27	.98	.25
SDLP	.93	.009	.42	.008 (<)	.17
Max Brake	.71	.31	.94	.34	.51
Dist at Max Brake	.07	.49	.92	.78	.47
Max Steer Change Rate	.49	.16	.96	.21	.29
Dist at Max Steer Change Rate	.42	.02	.1	.02 (<)	.82
Steer Range	.03	.71	.99	.8	.73
Mean Speed	x	< .001	.76	.001 (<)	.003 (>)

## C Mesures perceptivo-cognitives

- La diminution des capacités perceptives et cognitives pourrait être associée à une diminution de la performance de conduite chez les conducteurs âgés (Owsley et al. 2015).
- Pourrait-on prédire les habiletés de conduite automobile d'un individu ?

### Méthode :

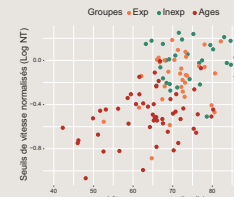
- Tâche de suivi d'objets multiples (3D-MOT) : relier la capacité des individus à capturer et intégrer de l'information visuelle pertinente dans un environnement visuel complexe avec les habiletés de conduite automobile.
- Utilisation de la technologie NeuroTracker™ pour obtenir des seuils de vitesse normalisés par transformation logarithmique (Log NT; Faubert & Sidebottom, 2012)



Suivi d'objets multiples en 3D avec le NeuroTracker™

### Résultats :

- Corrélation significative entre les scores au 3D-MOT et la vitesse moyenne [ $r^2(113) = .54$ ;  $p = .001$ ]



Le score au 3D-MOT est un meilleur révélateur / prédicteur des habiletés de conduite que l'âge chronologique et que la vitesse moyenne naturellement adoptée

### Corrélations bivariées

	Log NT	r <sup>2</sup>	P
Crash	■	■	■
Near Crash	■	■	■
SDLP	■	■	■
Max Brake	■	■	■
Dist at Max Brake	■	■	■
Max Steer Change Rate	■	■	■
Dist at Max Steer Change Rate	■	■	■
Steer Range	■	■	■
Mean Speed	■	■	■

### Modèle de régressions linéaires multiples à 3 prédicteurs

	Log NT	Age	Vitesse moyenne			
	β	P	β	P	β	P
Crash	■	■	■	■	■	■
Near Crash	■	■	■	■	■	■
SDLP	■	■	■	■	■	■
Max Brake	■	■	■	■	■	■
Dist at Max Brake	■	■	■	■	■	■
Max Steer Change Rate	■	■	■	■	■	■
Dist at Max Steer Change Rate	■	■	■	■	■	■
Steer Range	■	■	■	■	■	■
Mean Speed	■	■	■	■	■	■

## Références

Bédard, M., Weaver, B., Derzins, P., & Porter, M. M. (2008). Predicting driving performance in older adults: we are not there yet! *Traffic Injury Prevention*, 9(4), 336-341.

Fastenmeier, W., & Gstaier, H. (2007). Driving task analysis as a tool in traffic safety research and practice. *Safety Science*, 45(9), 952-979.

Faubert, J., & Sidebottom, L. (2012). Perceptual-cognitive training of athletes. *Journal of Clinical Sport Psychology*, 6(1), 85-102.

Fisher, D.L., Rizzo, M., Caird, J.K., & Lee, J.D. (Eds.). (2011). *Handbook of Driving Simulation for Engineering, Medicine, and Psychology*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Hatakka, M., Keskinen, E., Gregersen, N. P., Glad, A., & Hämäläinen, K. (2002). From control of the vehicle to personal self-control: broadening the perspectives to driver education. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(3), 201-215.

Matas, N. A., Nettlebeck, T., & Burns, N. R. (2014). Cognitive and visual predictors of UFOV performance in older adults. *Accident Analysis and Prevention*, 70, 74-83.

Mullen, N. W., Charlton, J., Devin, A., & Michel, B. (2011). Simulator Validity: Behaviors Observed on the Simulator and on the Road. *In: ref Factor* (2011).

Owsley, C., Wood, J. M., & McGwin, G. (2015). Academic for interpreting the literature on vision and driving. *Survey of Ophthalmology*, 60(3), 250-262.